



18 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 100 25 499 A 1**

51 Int. CL.7:  
**F 16 C 33/14**  
B 23 P 9/02

21 Aktenzeichen: 100 25 499.3  
22 Anmeldetag: 23. 5. 2000  
43 Offenlegungstag: 29. 11. 2001

DE 100 25 499 A 1

11 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

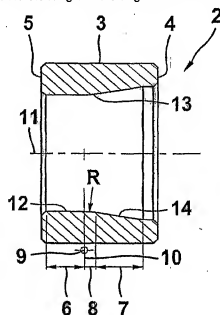
12 Erfinder:  
Tasch, Franz, 76287 Rheinstetten, DE; Freund,  
Stefan, 76571 Gaggenau, DE; Buschle, Hartmut,  
70736 Fellbach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Kalibrierte Gleitlagerbuchse und Kalibrierwerkzeug zur Herstellung der Gleitlagerbuchse

57 Gleitlagerbuchsen werden bekanntlich in Form von Rohlingen aus Metallpulver ohne oder mit Zusätzen pressgeformt, dann gesintert und mit Schmierstoff getränkt und dann wenigstens innen zur Erzeugung von Gleitflächen mit engen Toleranzen kalibriert durch Hindurchdrücken von Kugeln oder von zylindrischen Kalibrierdornen. Dabei ist nicht ausschließbar, dass zu Stirnseiten der Gleitlagerbuchsen hin zylindrische Gleitlagerflächen relativ scharfkantig begrenzt sind. Schon bei geringen Schiefstellungen von zu lagernden Wellen hat dies Nachteile.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, einen kalibrierten zylindrischen Längenschnitt (6) der Gleitlagerbuchse (2) knickfrei übergehen zu lassen in einen durch Kalibrieren stetig gekrümmten Längenschnitt (8). Hierbei wird dieser stetig gekrümmte Übergang im Längenschnitt (8) ebenfalls einer kalibrierenden Druckbeanspruchung ausgesetzt, so dass im Wesentlichen die gleiche Werkstoffverdichtung stattfindet wie im zylindrischen Längenschnitt (6). Dies hat den Vorteil, dass bei einer nicht allzu großen Schiefstellung der Welle innerhalb der Gleitlagerbuchse (2) die Welle auf einer gewölbten Fläche (13) gleitet und eine dabei zustande kommende Flächenpressung relativ gering ist. Die erfindungsgemäß erreichte relativ geringe Flächenpressung vermeidet vorzeitigen Verschleiß.



DE 100 25 499 A 1

[0001] Die Erfindung geht aus von einer kalibrierten Gleitlagerbuchse nach der Gattung des Patentanspruchs 1 und einem Kalibrierwerkzeug nach der Gattung des Patentanspruchs 3.

[0002] Durch die Druckschrift WO 98/40751 ist ein elektrischer Kleinmotor bekannt mit einem Anker, einer den Anker tragenden Welle und mit einer ersten und einer zweiten Gleitlagerbuchse, die die Welle drehbar gelagert aufnehmen. Die erste Gleitlagerbuchse, die vorherrschbar der größeren Lagerbelastung ausgesetzt sein wird, ist außen kalottenartig ausgebildet und in dem Kleinmotor schwenkbar angeordnet, um eine Schiefachsrichtung der Welle relativ zu einer Konstruktionsachse des elektrischen Kleinmotors durch Selbstausrichtung der ersten Gleitlagerbuchse zu kompensieren. Bekanntermaßen kommt durch diese Kompensation eine günstige Lastverteilung innerhalb dieser Gleitlagerbuchse zustande. Die zweite Gleitlagerbuchse ist außen zylindrisch geformt und starr in den Kleinmotor eingebaut. Innen ist die zweite Gleitlagerbuchse auf einem Teil ihrer Länge zylindrisch zur Lagerung der Welle und, von der ersten Gleitlagerbuchse aus gesehen, auf einem anderen Teil ihrer Länge hohlkegelförmig ausgebildet, so dass eine Art Einführtrichter zum erleichterten Einstecken der Welle anlässlich des Zusammenbaus des elektrischen Kleinmotors vorhanden ist. Infolge des starren Einbaus der zweiten Gleitlagerbuchse fehlt die Möglichkeit der Selbstausrichtung gemäß der Selbstausrichtung der ersten Gleitlagerbuchse. Deshalb kann gegebenenfalls im Übergang vom kegelförmigen Einführtrichter in die zylindrische Gleitlagerfläche, je nach zufälliger Schiefachsrichtung der Welle relativ zur zylindrischen Gleitlagerfläche, eine nachteilig hohe Flächenpressung resultieren mit Verschleiß von Gleitlagerwerkstoff oder Wellerwerkstoff. Dies kann zu unruhigem Lauf der Welle oder zur Verschmutzung eines Lagerspaltes, der sich unvermeidbar zwischen der Gleitlagerbuchse und der Welle befindet, führen und Lagerschaden zur Folge haben.

[0003] Durch die Druckschrift US 4 293 789 A ist für einen elektrischen Kleinmotor eine außen zylindrische Gleitlagerbuchse bekannt, die bei beiden Stirnseiten hohlkegelförmig gestaltet ist und zwischen einen engsten Längenschnitt aufweist, der hohlzylindrisch ausgebildet eine Gleitlagerfläche zur Verfügung stellt. In der Fig. 2 dieser Druckschrift sind Ringkanten dargestellt, die den inneren zylindrischen Längenschnitt gegen beide hohlkegelförmigen Längenschnitte abgrenzen. Eine gegebenenfalls unvermeidliche Schiefstellung der Ankerwelle relativ zu der Gleitlagerbuchse kann zum voranstehend genannten Nachteil führen.

[0004] Es ist dem Fachmann für gesinterte und mit Schmierstoff getränkte Gleitlagerbuchsen bekannt, die Durchmesser der Gleitlagerflächen zu kalibrieren durch Hindurchdrücken von Kugeln oder Kalibrierdornen mit zylindrischen Querschnitten mit der Folge, dass Ringkanten dort entstehen, wo die Kalibrierdorne oder Kugeln gesinterten Gleitlagerstoff verdichten. Es entstehen also Ringkanten, wie sie beispielsweise in der Fig. 2 der Druckschrift US 4 293 789 A dargestellt sind.

[0005] Durch die Druckschrift EP 0 509 683 A2 und dabei deren Fig. 6 ist für einen elektrischen Kleinmotor eine außen zylindrische Gleitlagerbuchse bekannt, die innen eine gewölbte Oberfläche als Gleitlagerfläche aufweist, so als ob diese Gleitlagerbuchse aus einem Torus mit Kreisquerschnitt durch Entfernen von Werkstoff am Außenumfang und in Stirnseitenbereichen hergestellt sein könnte. Infolge der gewölbten Gleitlagerfläche ist keine Ringkante in unmittelbarer Nähe einer zu lagernden Welle vorhanden und demgemäß ist keine Kantendruckung der voran stehend beschriebenen Art möglich. Als nachteilig kann jedoch angesehen werden, dass infolge der Wölbung der Gleitlagerfläche eine Gleitflächenpressung grundsätzlich größer ist als bei Verwendung einer kippbeweglichen Lagerbuchse mit hohlzylindrischer Gleitlagerfläche.

## Vorteile der Erfindung

[0006] Die gesinterte und kalibrierte Gleitlagerbuchse mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat den Vorteil, dass sie einerseits, wenn praktisch keine Schiefstellung der Welle zur Gleitlagerbuchse vorhanden ist, eine günstige Verteilung von Flächenpressungen aufweist, und andererseits, wenn eine nicht allzu große Schiefstellung der Welle relativ zur Gleitlagerbuchse vorhanden ist, eine Betriebseigenschaft aufweist, die mit der Betriebseigenschaft der Gleitlagerbuchse gemäß der Druckschrift EP 0 509 683 A2 vergleichbar ist. Insoweit kann festgehalten werden, dass die erfindungsgemäße Gleitlagerbuchse positive Eigenschaften einer innen zylindrischen Gleitlagerbuchse mit Vorteilen einer mit einer stetig gewölbten Gleitlagerfläche ausgestatteten Gleitlagerbuchse vereint, wobei eine jeweilige Ausrichtung der Welle relativ zur Gleitlagerbuchse bestimmt, welche der beiden positiven Eigenschaften genutzt wird.

[0007] Durch die in den weiteren Patentansprüchen angegebenen Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Patentanspruch 1 angegebenen Gleitlagerbuchse möglich.

[0008] Die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 2 ergeben den Vorteil, dass der gesinterte Gleitlagerwerkstoff im Bereich der stetigen Krümmung und dabei angrenzend an den inneren zylindrischen Längenschnitt eine Werkstoffverdichtung aufweist, die mindestens so groß ist wie die Werkstoffverdichtung im Bereich des zylindrischen Längenschnitts und deshalb einen vorteilhaften Widerstand gegen Verschleiß im Bereich der stetigen Krümmung aufweist.

[0009] Der Kalibrierdorn mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 3 ist gestaltet für einen kantenlosen Übergang vom zylindrischen Längenschnitt in den Längenschnitt mit dem gekrümmten Übergang, wobei dieser Kalibrierdorn beispielsweise mathematisch genau herstellbar ist durch Verwenden einer etwa quer zum Kalibrierdorn ausgerichteten Schleifwalze, mittels der der Durchmesser des zylindrischen Längenschnitts hergestellt wird und bei der der halbe Durchmesser die stetige Krümmung des Übergangs bestimmt.

[0010] Das kennzeichnende Merkmal des Patentanspruchs 4 ergibt den Vorteil, dass auch ein hohlkegelförmiger Einführtrichter der Gleitlagerbuchse verdichtet und geglättet ist und einem an sich unerwünschten Austritt von Schmierstoff aus einer nicht mit der Welle in Berührung befindlichen Oberfläche der Gleitlagerbuchse entgegenwirkt.

## Zeichnung

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen gesinterten und kalibrierten Gleitlagerbuchse und ein Ausführungsbeispiel eines hierfür bestimmten Kalibrierdorns sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen Fig. 1 die erfindungsgemäße Gleitlagerbuchse im fertigen Zustand und dabei im Längsschnitt, Fig. 2 einen Rohling der erfindungsgemäßen Gleitlagerbuchse ebenfalls im Längsschnitt und Fig. 3 eine Seitenansicht des erfindungsgemäßen Kalibrierdorns.

[0012] Beschreibung des Ausführungsbeispiels der Gleit-

lagerbuchse und des Ausführungsbeispiels des Kalibrierdorns.

[0013] Eine in der Fig. 1 dargestellte gesinterte und kalibrierte Gleitlagerbuchse 2 besteht beispielsweise aus einem für solche Lagerbuchsen aus dem Stand der Technik auswählbaren Werkstoff und hat außen eine zylindrische Umrangrenzungsfläche 3, eine erste Stirnseite 4, eine zweite Stirnseite 5, einen zweiten Längenschnitt 6 bei der zweiten Stirnseite 5, und einen im Wesentlichen hohlkegelförmigen Längenschnitt 7 bei der ersten Stirnseite 4 und dazwischen einen dritten Längenschnitt 8. Im Unterschied zum ersten, dem hohlkegelförmigen Längenschnitt 7 ist der zweite Längenschnitt 6 innen zylindrisch kalibriert. Der dritte Längenschnitt ist ein stetig gekrümmter Abschnitt, der ebenfalls kalibriert ist und demgemäß, weil er an den zweiten Längenschnitt 6 angrenzt, im Wesentlichen gleich stark verdichtet ist wie der zweite Längenschnitt 6. Hierbei ist in technisch einfacher Weise die stetige Krümmung realisiert mittels eines Radius R, dessen Ursprungspunkt 9 der Krümmungsmittelpunkt der Krümmung ist. Mathematisch betrachtet liegt der Ursprungspunkt 9 auf derjenigen Maßlinie 10, die die Grenze zwischen dem zweiten Längenschnitt 6 und dem dritten Längenschnitt 8 angibt. Weil die Gleitlagerbuchse 2 ein rotationsymmetrischer Körper ist, erstreckt sich die Maßlinie 10 quer zu einer Längsachse 11 der Gleitlagerbuchse 2.

[0014] Dabei ist erfindungsgemäß der Ursprungspunkt 9 des Radius relativ zur Längsachse 11 der Gleitlagerbuchse 2 so gelegt, dass eine innen zylindrische Gleitlagerfläche 12 des zweiten Längenschnitts 6 und deren Projektion gegen die erste Stirnseite 4 eine unendliche Zahl von Tangenten bildet für eine gewölbte Fläche 13, deren rotationsymmetrische Kontur durch den Radius R erzeugt ist. Mit dem mathematischen Ausdruck "Tangenten" ist also letzlich gemeint, dass ein rotationsymmetrischer Übergang von der zylindrischen Gleitlagerfläche 12 in die gewölbte Fläche 13 ohne Knick und also ohne Kante gestaltet ist.

[0015] An die gewölbte Fläche 13 des dritten Längenschnitts 8 schließt sich innerhalb des ersten Längenschnitts 7 zwecks beispielsweise hohlkegelförmiger Ausbildung eine im Wesentlichen kegelförmige Fläche 14 an. Diese kegelförmige Fläche 14 bildet eine Art Einführtrichter für einen später erfolgenden Zusammenbau beispielsweise eines elektrischen Kleinmotors mit einer Welle, die mittels der erfindungsgemäßen Gleitlagerbuchse 2 zu lagern ist. Im Unterschied zum knickfreien Übergang der zylindrischen Gleitlagerfläche 12 in die gewölbte Fläche 13 braucht ein Übergang von der gewölbten Fläche 13 in die im Wesentlichen kegelförmige Fläche 14 nicht knickfrei zu sein. Die Zulässigkeit eines Knickes an der genannten Grenze zwischen dem ersten Längenschnitt 7 und dem dritten Längenschnitt 8 kann die Herstellung der Gleitlagerbuchse 2 und insbesondere deren Kalibrierung erleichtern.

[0016] Wahlweise besteht die Möglichkeit, die im Wesentlichen kegelförmige Fläche 14 ebenfalls durch einen Kalibriervorgang fertigzustellen. In einem solchen Fall kann man beispielsweise, so wie dies in der Fig. 2 dargestellt ist, einen Rohling 2a, der eine erste Stirnseite 4 und eine zweite Stirnseite 5 und eine zylindrische Umfangsfläche 3 aufweist, innen etwa auf ganzer Länge zylindrisch ausbilden und dabei die üblichen Fasen 15 im Übergang von den Stirnseiten 4 und 5 in die innere Öffnung 16 vorsehen. Die Öffnung 16 des Rohlings 2a hat natürlich einen erfahrungsgemäß kleiner auszubildenden oder durch Versuche ermittelten kleineren Durchmesser als die zylindrische Gleitlagerfläche 12 im fertiggestellten kalibrierten Zustand.

[0017] Ein Kalibrierdorn 20, der in der Fig. 3 dargestellt ist, hat im Anschluss an einen als Zentriermittel dienenden

Kegelstumpf 21 einen Längenschnitt 21, der zylindrisch ausgebildet ist mit einem Durchmesser d, dass beim Einpressen des Kalibrierdorns 20 in das Rohteil 2a eine Werkstoffverdichtung stattfindet, die nach dem Herausziehen des Kalibrierdorns 20 aus der Gleitlagerbuchse 2 gemäß der Fig. 1 die zylindrische Gleitlagerfläche 12 mit dem konstruktiv gewollten Fertigdurchmesser ergibt. Der Längenschnitt 22 des Kalibrierdorns 20 wird dabei natürlicherweise länger ausgebildet als der zweite Längenschnitt 6 der Gleitlagerbuchse 2. Dies hat den Vorteil, dass in an sich bekannter Weise ein erwünschter Glibtvorgang stattfindet und der Kalibrierdorn 20 nicht vorzeitig durch einen neuen Kalibrierdorn zu ersetzen ist.

[0018] Zur Herstellung und Kalibrierung des dritten Längenschnitts 8 der Gleitlagerbuchse ist am Kalibrierdorn 20 ein Längenschnitt 23 vorgesehen, der knickfrei und also ohne eine Kante sich an den zylindrischen Längenschnitt 22 anschließt. In technisch einfacher Weise ist ein solcher knickfreier Übergang herstellbar, wenn man zu dessen Herstellung einen Schleifstein benützt mit einem Durchmesser von im Wesentlichen dem doppelten des ausgewählten Radius R, eine Relativgeschwindigkeit und dabei eine Vorschubbewegung erzeugt oder benützt, die parallel zur Längsachse des Kalibrierdorns 20 verläuft und beim Kegelstumpf 21 beginnt, wobei eine Drehachse des Schleifsteins den Kalibrierdorn 20 kreuzt. Es braucht dann nur noch ein weiterer Längenschnitt 24 angeschlossen werden, der im Wesentlichen kegelförmig ausgebildet ist und, wie dies bereits erwähnt ist, nicht unbedingt knickfrei bzw. kantelos sich an die Kontur des Längenschnitts 23 anzuschließen braucht. Dies deshalb, weil in an sich logischer Weise die Auswahl der Länge des dritten Längenschnitts 8 der Lagerbuchse 2 im Zusammenhang mit der Auswahl der Größe des Radius R derart gewählt wird, dass bei einer größten zu erwartenden Schiefstellung einer Welle innerhalb der Gleitlagerbuchse 2 eine Berührung zwischen dieser Welle und der Gleitlagerbuchse 2 in stetig gekrümmten Bereich, also innerhalb der Umrangrenz der gewölbten Fläche 13 stattfindet wird.

[0019] Zugunsten der beschriebenen Herstellbarkeit war also ein Radius R ausgewählt, weil, wie beschrieben, dieser Radius R in technisch einfacher Weise durch Drehen eines kreisrunden Werkzeugs, nämlich eines Schleifsteins, erzeugbar ist. Wenn aus fertigungstechnischen Gründen eine Drehachse dieses Schleifsteins nicht genau rechtwinklig die Längsachse des Kalibrierdorns kreuzend ausgerichtet wird, so kann man auch durch irgendwelche Schiefstellungen der Drehachse des Schleifsteins zur Längsachse des Kalibrierdorns 20 einen im Prinzip stetigen Übergang schaffen, der dann im Längsschnitt des Kalibrierdorns 20 gesehen eine Gestaltabweichung im Sinne eines Ellipsenbogens erhalten kann. Eine mittels eines solchen Kalibrierdorns kalibrierte Gleitlagerbuchse wird dann auch einen stetig gekrümmten Längenschnitt aufweisen, relativ zu dem man sich Linien längs des zylindrisch umgrenzten Längenschnitts als Tangenten denken kann.

[0020] Ergänzend wird bemerkt, dass eine zulässige Schiefstellung einer Welle innerhalb einer erfindungsgemäßen Gleitlagerbuchse 2 natürlich begrenzt ist durch ein vom Konstrukteur vorgesehenes Radialspiel und der ausgewählten Länge des zweiten Längenschnitts 6.

#### Patentansprüche

1. Gesinterte und kalibrierte Gleitlagerbuchse (2) mit einer ersten Stirnseite (4) und einer zweiten Stirnseite (5), mit einem innen zylindrischen und dabei durch Werkstoffverdichtung kalibrierten zweiten Längenschnitt

schnitt (6) angrenzend an die zweite Stirnseite (5) und einem in der Wesentlichen hohlkehligen ersten Längenschnitt (7) bei der ersten Stirnseite (9), **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Längenschnitten (6, 7) ein dritter Längenschnitt (8) zwischengeordnet ist, der knickförmig aus der Kontur des zweiten Längenschnitts (6) in eine stetige Krümmung (R) derart übergeht, dass in die Kontur des zylindrischen Abschnitts (6) parallel zu einer Längsachse (11) der Gleitlagerbuche (2) gelegte Geraden Tangenten an die Krümmung (R) sind und das wenigstens im Bereich der Tangenten an die Krümmung (R) der Werkstoff der Gleitlagerbuche (2) durch Kalibrierung im Wesentlichen gleich stark verdichtet ist wie im zylindrischen Längenschnitt (6).

2. Gesinterte Gleitlagerbuchse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein gesinteter Rohling (2a), aus dem die Gleitlagerbuchse (2) durch Kalibrieren geformt wird, im Wesentlichen auf gesamter Länge innen im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist.

3. Kalibrierdon (20) mit einen zylindrischen Längenabschnitt (22) zum Herstellen einer gesinterten und kalibrierten Gleitlagerbuchse (2) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kalibrierdon (20) an den zylindrischen Längenabschnitt (22) knickfrei angrenzend einen steil gekrümmten Übergang (23) zu einem größeren Durchmesser als dem des zylindrischen Längenabschnitts (22) aufweist, wobei zur Knickfreiheit eine Projektion dieses zylindrischen Längenabschnitts (22) in Projektionsrichtung Tangenten an den steil gekrümmten Übergang einschließt.

4. Kalibriertorn nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, das an den stetig gekrümmten Längenabschnitt (23, 24) ein im Wesentlichen kegelförmiger Längenabschnitt (24) mit wachsendem Durchmesser angefügt ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 2

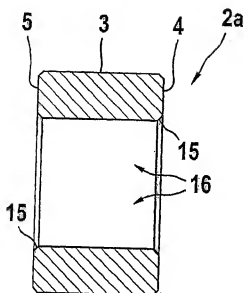
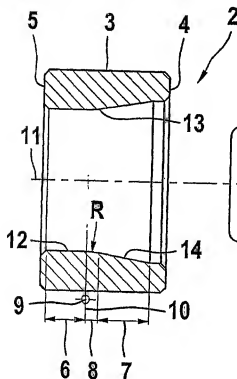


FIG. 1



**FIG. 3**

